

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-022899

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

G21K 5/04

B01J 19/08

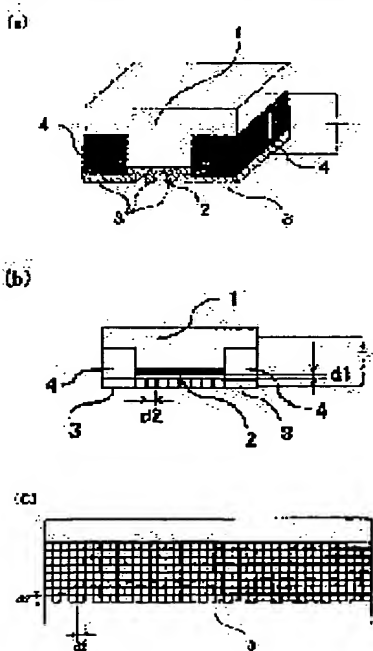
G21K 1/00

H01J 1/304

(21)Application number : 2000-207983 (71)Applicant : IWASAKI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 10.07.2000 (72)Inventor : HIRAKAWA TETSUYA  
SATO YOICHI  
OCHI MASAFUMI

### (54) ELECTRON BEAM IRRADIATOR



(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electron beam irradiator which does not cause unnecessary discharge in an accelerating tube, has a long life and can more uniformly irradiate an object with an electron beam, whose power source is compact and which is fabricated easily.

**SOLUTION:** The electron beam irradiator which includes a gun structure that has an electron source and a gun grid and a high-voltage terminal that contains the gun structure and passes electrons and emits the electrons that passes through the high-voltage terminal into an irradiation space by way of an

electron beam irradiation window is characterized by the use of a field emission element for the electron source.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An electron beam irradiation device which is provided with the following and characterized by using a field emission element for said electron source in an electron beam irradiation device which makes electrons which passed through the high voltage terminal emit to irradiation space through an electron-beam-irradiation window.

A cancer structure which has an electron source and a gang lid.

A high voltage terminal which builds in the cancer structure and passes an electron.

[Claim 2]The electron beam irradiation device according to claim 1 characterized by using graphite nanofiber of a field emission type carbon material, a multiwall carbon nanotube, and a single wall carbon nanotube as said field emission element.

[Claim 3]The electron beam irradiation device according to claim 1 or 2 voltage between 1 mm or less, said electron source, and a gang lid being 10 kV an interval of meshes of a net of 5 mm or less and the gang lid for an interval of said electron source and a gang lid from hundreds of v.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention takes out an electron beam mainly in the atmosphere, and relates to the electron beam irradiation device which irradiates an irradiation object with an electron beam and performs processing processing.

[0002]

[Description of the Prior Art]Drawing 2 is an outline sectional view of the electron beam irradiation device which has the conventional cancer structure. In the vacuum chamber 21 maintained at the pressure of  $10^{-1}\text{Pa}$  -  $10^{-6}\text{Pa}$ , it has the cancer structure 24 which has the filament 22 and the gang lid 23, and the high voltage terminal 25 which builds in the cancer structure 24. And the gang lid 23 has taken out the thermal electron emitted from the filament 22 in which energizing heating is carried out by the external power. The terminal grid 26 for taking out the thermal electron taken out from the cancer structure 24 to acceleration space is formed in the high voltage terminal 25.

[0003]When the thermal electron by which it was generated with the filament 22 passes

the opening of the gang lid 23 or the terminal grid 26, with the voltage applied to said gang lid 23 or the terminal grid 26, or the shape of an opening, strength, a uniformity coefficient, etc. of an electron beam are adjusted and it is taken out by acceleration space. The electron 28 accelerated in the acceleration space 27 penetrates the electron-beam-irradiation window 29, it is irradiated with it by the processed material in the treatment space 30, and predetermined electron-beam-irradiation processing is performed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Although the filament is used for the electron source of said conventional cancer structure, the small-gage wire of 500-micrometer tungsten is usually used from the diameter 20. The work function of tungsten must generally heat filament temperature from 1500 \*\* to about 2500 \*\*, in order to take out a thermal electron from a filament, since it is high as compared with other metal. For this reason, in response to the influence of generation of heat of a filament, released gas is emitted from the component parts of the acceleration tube set in the vacuum chamber. Since this released gas serves as an ion source and it becomes the cause of generating unnecessary discharge within the acceleration tube with which high tension is impressed, before using a device, preparation operation which impresses preheating, and voltage and current beforehand and which is called a conditioning is needed. In order to use an elevated temperature in a vacuum, the filament is worn out gradually and a filament will go out in about thousands of hours.

[0005]And at the time of operation, must send heating power to the high-tension side, and since the high insulating thing which can bear the high tension of an acceleration power source in addition to desired capacity is required and also the power supply for heating a filament is also needed, a filament power source, There was a problem that a power supply became large-sized and power consumption became large.

[0006]Since a linear shape filament has a low temperature of the both ends and the temperature of a center section is high, the quantity of the thermal electron by which it is generated as there are most thermal electrons by which it is generated in the center portion of a filament and they approach both ends decreases. Therefore, the problem that spatial unevenness arises in the longitudinal direction of a filament is among the electron beams produced by accelerating a thermal electron. And as shown in the conventional cancer structure of drawing 3, in order to absorb the thermal expansion of the hot filament 22, the used machine style 31 was needed, but manufacture is difficult and also the used machine style 31 had a problem also in respect of reliability.

[0007]The place which this invention is made in order to cancel the above problems,

and is made into the purpose, Unnecessary discharge is not generated within an acceleration tube, it can be long lasting, homogeneity can be irradiated more with an electron beam to a processed material, a power supply is compact, and it is providing the easy electron beam irradiation device of manufacture.

[0008]

[Means for Solving the Problem]In order to solve the above-mentioned problem, the invention according to claim 1, A cancer structure which has an electron source and a gang lid, and a high voltage terminal which builds in the cancer structure and passes an electron are provided, A field emission element was used for said electron source in an electron beam irradiation device to which irradiation space is made to emit electrons which passed through the high voltage terminal through an electron-beam-irradiation window.

[0009]The invention according to claim 2 as said field emission element And graphite nanofiber of a field emission type carbon material, It is characterized by using a multiwall carbon nanotube and a single wall carbon nanotube, and the invention according to claim 3, It is the electron beam irradiation device according to claim 1 or 2 voltage between 1 mm or less, said electron source, and a gang lid being 10 kV an interval of meshes of a net of 5 mm or less and the gang lid for an interval of said electron source and a gang lid from hundreds of v.

[0010]In order not to use a filament for an electron source according to claim 1, claim 2, and the invention according to claim 3, heating power becomes unnecessary, can make a power supply compact, do not generate unnecessary discharge within an acceleration tube, and are long lasting, Homogeneity can be irradiated more with an electron beam to a processed material, and an easy electron beam irradiation device of a design and manufacture is obtained.

[0011]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the example of this invention is described in detail with reference to drawing 1. Drawing 1 (a) is a solid lineblock diagram of a cancer structure showing one example of the electron beam irradiation device concerning this invention. On the conductive electron source substrate 1, the mixture 2 with a powdered carbon nanotube nano polyhedron mixture, electroconductive glue, or a conductive coating agent is adhered, and the electron source is formed.

[0012]Since electron emission density is hard to take the nanotube made by the carbon arc method in the generated state, it refines and is made powdered. The powdered nanotube is distributed in electroconductive glue, and the tip of the nanotube is made to project towards the gang lid 3 from on the electron source substrate 1. Thus, the mixture

2 of a carbon nanotube nano polyhedron mixture and electroconductive glue is constituted. If electroconductive glue is used, a carbon nanotube can be made to adhere to the electron source substrate 1 of arbitrary shape, and if a conductive coating agent is used for a change of electroconductive glue, a firmer carbon nanotube dispersion layer can be formed. If silver solder is used, into metal, a carbon nanotube distributes and a very good combination of electrical conductivity can be formed. As it is in JP,11-11917,A, it is good to it also as an electron source to generate a carbon nanotube directly on the electron source substrate 1.

[0013]Drawing 1 (b) is a sectional view of a cancer structure showing one example of the electron beam irradiation device concerning this invention. A cancer structure is constituted from said electron source and the gang lid 3, and an electron source, the gang lid 3, and the insulating insulator 4 are arranged so that it may counter at an electron source and the fixed interval which keeps an insulation electric. If a power supply is connected so that an electron source may become electronegative potential to the gang lid 3, a field-electron-emission type electron source can be constituted. The size of an electric field is determined by the interval d1 of the gang lid 3 and an electron source. If d1 is large, required voltage will increase. If the interval d2 of the meshes of a net of the gang lid 3 is large, control of an electron beam will become difficult. Drawing 1 (C) is a front view of the gang lid of a cancer structure showing one example of the electron beam irradiation device concerning this invention.

[0014]By setting the interval d1 of the electron source of an electron beam irradiation device, and a gang lid as 5 mm or less, and the interval d2 of the meshes of a net of a gang lid being 1 mm or less, and choosing the voltage impressed to an electron source from hundreds of v in 10 kV, Homogeneity could be irradiated more with the electron beam to the processed material, and it has checked that desired electron beam current was acquired. As a gang lid and a terminal grid are removed and accelerating voltage is directly built over an electron source for simplification of an electron beam irradiation device, with the accelerating voltage of 160 kV. When experimented according to the electron source (50 mm x 15 mm), 1.1-mA electron beam current could be measured and the electron beam current of the uniform request was acquired. As for the electron beam current, after 2-hour progress was stable. Either a direct current or exchange is OK as a power supply, and pulse power may be sufficient as it.

[0015]As a carbon nanotube, the layer of the multiwall carbon nanotube with which many layers of cylindrical graphite lapped, or graphite uses the single wall carbon nanotube of only one layer. Although the tip part has closed the multiwall nanotube, by oxidation treatment, the tip may be broken and electron emission may be increased. A

section is a rectangular parallelepiped which is about 100 nanometers, and that as for which the layer of plane carbon was lapped and made to the longitudinal direction is used for graphite nanofiber. Even if it chooses what these kinds of carbon nanotubes as an electron source, Desired electron beam current was acquired by setting the interval d1 of the electron source of an electron beam irradiation device, and a gang lid as 5 mm or less, and the interval d2 of the meshes of a net of a gang lid being 1 mm or less, and choosing the voltage impressed to an electron source from hundreds of v in 10 kV.

[0016]As mentioned above, since an electron source turns into a field-emission-type-cold-cathode electron source, the heating power of a filament becomes unnecessary, since the number of leads can be reduced, it can be considered as a compact electron beam irradiation device, and a manufacturing process can be simplified.

[0017]Although the above-mentioned embodiment explained the electron beam irradiation device of un-scanning nature direct-current electric field acceleration, It cannot be overemphasized that it is applicable to any electron beam irradiation devices which do not restrict an electronic acceleration method to this and were provided with the means for accelerating an electron in a vacuum housing and the electron source which supplies an electron to this. For example, the electron beam irradiation device of a scanning type may be used, and the electron beam irradiation device of pulse electric field acceleration may be used.

[0018]

[Effect of the Invention]According to this invention, as explained above, it is possible to develop substantially the life of the electronic source of release of an electron beam irradiation device, since the gas evolution by filament heating is lost, preheating time becomes unnecessary and make ready time for electron beam device starting can be shortened extremely. Since structure of an electron source can furthermore also be simplified, it becomes simple [ a manufacturing process ]. Since the unevenness of the electron distribution based on temperature partial cloth like a filament electron source does not start, Since a uniform electron beam can be taken out in various shape and it becomes unnecessary [ the supporting structure with a complicated filament ], the electron beam irradiation device which requires neither the art which became skillful in manufacture of the cancer structure, nor skill is obtained.

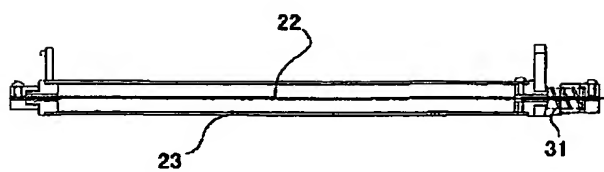
---

## DRAWINGS

---

[Drawing 1]

[Drawing 3]





(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-22899

(P2002-22899A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト\*(参考)

G 2 1 K 5/04

G 2 1 K 5/04

F 4 G 0 7 5

B 0 1 J 19/08

B 0 1 J 19/08

Z

G 2 1 K 1/00

G 2 1 K 1/00

E

H 0 1 J 1/304

H 0 1 J 1/30

F

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願2000-207983(P2000-207983)

(22)出願日 平成12年7月10日(2000.7.10)

(71)出願人 000000192

岩崎電気株式会社

東京都港区芝3丁目12番4号

(72)発明者 平川 哲也

埼玉県行田市菟里山町1-1 岩崎電気株式会社埼玉製作所内

(72)発明者 佐藤 洋一

埼玉県行田市菟里山町1-1 岩崎電気株式会社埼玉製作所内

(72)発明者 越智 雅文

埼玉県行田市菟里山町1-1 岩崎電気株式会社埼玉製作所内

Fターム(参考) 4G075 AA01 BA05 CA39 DA02 EB01

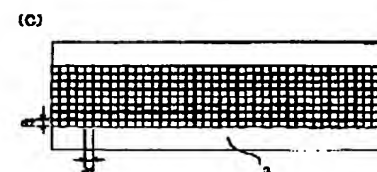
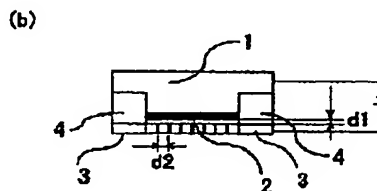
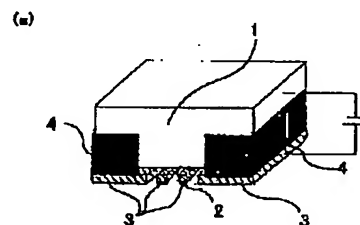
EB31 FB03 FC11

(54)【発明の名称】 電子線照射装置

(57)【要約】

【課題】 加速管内で不用な放電を発生させず、長寿命で、被処理物に対して電子線をより均一に照射することができ、電源がコンパクトで、製作の容易な電子線照射装置を提供する。

【解決手段】 電子源とガングリッドとを有するガン構造体と、同ガン構造体を内蔵し電子を通過させる高電圧ターミナルとを具備し、同高電圧ターミナルを通過した電子を、電子線照射窓を通して照射空間に放出させる電子線照射装置において、前記電子源に電界放出素子を用いたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】電子源とガングリッドとを有するガン構造体と、同ガン構造体を内蔵し電子を通過させる高電圧ターミナルとを具備し、同高電圧ターミナルを通過した電子を、電子線照射窓を通して照射空間に放出させる電子線照射装置において、前記電子源に電界放出素子を用いたことを特徴とする電子線照射装置。

【請求項 2】前記電界放出素子として、電界放出型カーボン材料のグラファイトナノファイバー、マルチウォールカーボンナノチューブ、シングルウォールカーボンナノチューブを用いたことを特徴とする請求項 1 記載の電子線照射装置。

【請求項 3】前記電子源とガングリッドとの間隔を 5 mm 以下、同ガングリッドの網目の間隔を 1 mm 以下、前記電子源とガングリッドとの間の電圧を数百 V から 10 KV にしたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の電子線照射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子線を主として大気中に取り出し、被照射物に電子線を照射して処理加工を行う電子線照射装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図 2 は従来のガン構造体を有する電子線照射装置の概略断面図である。10<sup>-1</sup> Pa ~ 10<sup>-6</sup> Pa の圧力に保たれた真空チャンバー 21 内には、フィラメント 22 とガングリッド 23 とを有するガン構造体 24 と、同ガン構造体 24 を内蔵する高電圧ターミナル 25 とが備えられている。そしてガングリッド 23 は、外部電源によって通電加熱されるフィラメント 22 から放出される熱電子を取り出している。高電圧ターミナル 25 にはガン構造体 24 から取り出された熱電子を加速空間に取り出すためのターミナルグリッド 26 が設けられている。

【0003】フィラメント 22 で発生した熱電子は、ガングリッド 23 やターミナルグリッド 26 の開口部を通過する際に、前記ガングリッド 23 やターミナルグリッド 26 に加えられた電圧や開口部の形状によって、電子線の強さや均一度等が調整されて、加速空間に取り出される。加速空間 27 で加速された電子 28 は電子線照射窓 29 を貫通し、処理空間 30 において被処理物に照射され、所定の電子線照射処理が行われる。

## 【0004】

【発明が解決しようとしている課題】前記従来のガン構造体の電子源にはフィラメントが使用されているが、通常、直径 20 から 500 μm のタングステンの細線が使用されている。タングステンの仕事関数は他の金属と比べて高いため、フィラメントから熱電子を取り出すためには、フィラメント温度を一般的には 1500℃ から 2500℃ 程度に加熱しなければならない。このため、フ

ィラメントの発熱の影響を受けて、真空チャンバー内におかれた加速管の構成部品から放出ガスが発生する。この放出ガスはイオン源となり、高電圧が印加される加速管内で不要な放電を発生させる原因となるため、装置を使用する前に予備加熱や電圧・電流をあらかじめ印加する、コンディショニングと呼ばれる準備運転が必要になっている。また、真空中で高温にするため、フィラメントは徐々に損耗していき、フィラメントは数千時間程度で切れてしまう。

【0005】そして、運転時には高電圧側に加熱パワーを送らなければならない、フィラメント電源は所望の容量以外に、加速電源の高電圧に耐えうる高絶縁性のものが要求される上、フィラメントを加熱するための電源も必要になるので、電源が大型になり、消費電力が大きくなるという問題があった。

【0006】また、直線状のフィラメントは、その両端部の温度が低く、中央部の温度が高いため、フィラメントの中央部分で発生する熱電子が最も多く、両端へ近づくにつれ発生する熱電子の量は少なくなる。したがって、熱電子を加速して得られる電子線には、フィラメントの長手方向において空間的な不均一が生じるという問題がある。そして図 3 の従来のガン構造体に示すように、高温におけるフィラメント 22 の熱膨張を吸収するため、支持機構 31 が必要となるが、同支持機構 31 は、製作が困難な上、信頼性の面でも問題があった。

【0007】本発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、その目的とするところは、加速管内で不要な放電を発生させず、長寿命で、被処理物に対して電子線をより均一に照射することができ、電源がコンパクトで、製作の容易な電子線照射装置を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、請求項 1 記載の発明は、電子源とガングリッドとを有するガン構造体と、同ガン構造体を内蔵し電子を通過させる高電圧ターミナルとを具備し、同高電圧ターミナルを通過した電子を、電子線照射窓を通して照射空間に放出させる電子線照射装置において、前記電子源に電界放出素子を用いたことを特徴とするものである。

【0009】そして、請求項 2 記載の発明は、前記電界放出素子として、電界放出型カーボン材料のグラファイトナノファイバー、マルチウォールカーボンナノチューブ、シングルウォールカーボンナノチューブを用いたことを特徴とし、請求項 3 記載の発明は、前記電子源とガングリッドとの間隔を 5 mm 以下、同ガングリッドの網目の間隔を 1 mm 以下、前記電子源とガングリッドとの間の電圧を数百 V から 10 KV にしたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の電子線照射装置である。

【0010】請求項 1、請求項 2、請求項 3 記載の発明によれば、電子源にフィラメントを使用しないため、加熱電

源が不要となつて電源をコンパクトにすることができ、加速管内で不用な放電を発生させず、長寿命で、被処理物に対して電子線をより均一に照射することができ、設計、製作の容易な電子線照射装置が得られる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図1を参照して詳細に説明する。図1(a)は、本発明に係る電子線照射装置の一実施例を示すガン構造体の立体構成図である。導電性の電子源基板1上に粉末状のカーボンナノチューブナノポリヘドロン混合物と導電性接着剤または導電性コーティング剤との混合物2を固着して、電子源を形成している。

【0012】カーボンアーク法で作られたナノチューブは生成したままの状態では電子放出密度がとりづらいため、精製して粉末状にする。同粉末状ナノチューブを導電性接着剤中に分散させ、電子源基板1上からガングリッド3へ向けてナノチューブの先端を突出させている。このようにして、カーボンナノチューブナノポリヘドロン混合物と導電性接着剤との混合物2が構成されている。導電性接着剤を用いれば、任意の形状の電子源基板1にカーボンナノチューブを付着させることができ、導電性接着剤の変わりに導電性コーティング剤を用いれば、より強固なカーボンナノチューブ分散層が形成できる。また、銀ロウを用いれば、金属中にカーボンナノチューブが分散し、電気伝導度の非常により結合を形成できる。また、特開平11-11917にあるように、電子源基板1上に直接カーボンナノチューブを生成して電子源としてもよい。

【0013】図1(b)は、本発明に係る電子線照射装置の一実施例を示すガン構造体の断面図である。前記電子源とガングリッド3とでガン構造体を構成し、電子源とガングリッド3および絶縁碍子4は、電子源と電氣的に絶縁を保つ一定の間隔で対向するように配置する。電子源がガングリッド3に対して、負の電位になるように電源を接続すれば、電界電子放出型電子源を構成することができる。電界の大きさはガングリッド3と電子源の間隔d1によって決定される。d1が大きいと必要な電圧が増大する。ガングリッド3の網目の間隔d2が大きいと電子線の制御が難しくなる。図1(c)は、本発明に係る電子線照射装置の一実施例を示すガン構造体のガングリッドの正面図である。

【0014】電子線照射装置の電子源とガングリッドとの間隔d1を5mm以下に設定し、ガングリッドの網目の間隔d2を1mm以下とし、電子源に印加する電圧を数百Vから10KVの範囲で選ぶことにより、被処理物に対して電子線をより均一に照射することができ、所望の電子線電流が得られることが確認できた。電子線照射装置の簡略化のため、ガングリッドとターミナルグリッドを外し、加速電圧が直接電子源にかかるようにして、160KVの加速電圧で、50mm×15mmの電子源

により実験を行ったところ、1.1mAの電子線電流が測定でき、均一な所望の電子線電流が得られた。同電子線電流は2時間経過後も安定していた。電源は直流、交流のどちらでも良く、パルス電源でも良い。

【0015】カーボンナノチューブとしては、円筒状のグラファイトの層が多数重なったマルチウォールカーボンナノチューブやグラファイトの層が1層のみのシングルウォールカーボンナノチューブを使用する。マルチウォールナノチューブはその先端部が閉じているが、酸化処理により、その先端を破り電子放出を増大させても良い。また、グラファイトナノファイバーは、断面が百ナノメートル程度の直方体で、平面の炭素の層が長手方向に重なってできたものを使用する。電子源としてはこれらのどの種類のカーボンナノチューブを選択しても、電子線照射装置の電子源とガングリッドとの間隔d1を5mm以下に設定し、ガングリッドの網目の間隔d2を1mm以下とし、電子源に印加する電圧を数百Vから10KVの範囲で選ぶことにより、所望の電子線電流が得られた。

【0016】前記のように電子源は、電界放出型冷陰極電子源となるため、フィラメントの加熱電源は必要なくなり、リード線の数が減らせるので、コンパクトな電子線照射装置とすることができ、製造工程を簡略化できる。

【0017】なお、上記実施の形態では、非走査性直流電場加速の電子線照射装置について説明したが、電子の加速方式はこれに限るものではなく、真空容器内に電子を加速させるための手段と、これに電子を供給する電子源とを備えた、いかなる電子線照射装置にも適用できることはいふまでもない。例えば、スキャンタイプの電子線照射装置でもよいし、パルス電場加速の電子線照射装置でもよい。

#### 【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電子線照射装置の電子発生源の寿命を大幅に伸ばすことが可能であり、フィラメント加熱によるガス放出がなくなるので、予備加熱時間が不要になり、電子線装置起動のための準備時間を極めて短くできる。さらに電子源の構造も簡単にできるので製造工程も簡略となる。また、フィラメント電子源のような温度部分布に基づく電子分布の不均一がおこらないので、一様な電子ビームを種々の形状で取り出すことができ、フィラメントの複雑な支持構造も不要となるので、ガン構造体の製作に熟練した技術や技能を要することのない電子線照射装置が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例のガン構造体の構成図。

【図2】 従来のガン構造体を有する電子線照射装置の概略断面図。

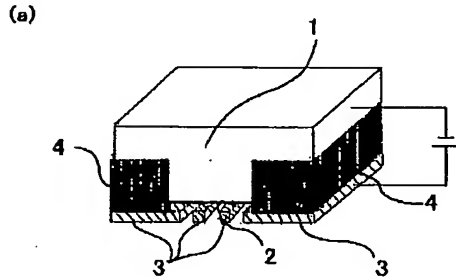
【図3】 従来のガン構造体の構成図。

## 【符号の説明】

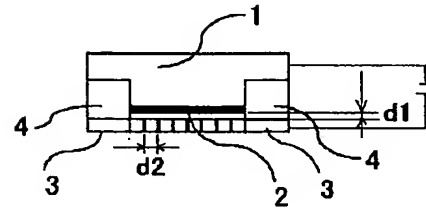
- 1 電子源基板  
2 カーボンナノチューブナノポリヘドロン混合物\*

- \* と導電性接着剤との混合物  
3 ガングリッド  
4 絶縁碍子

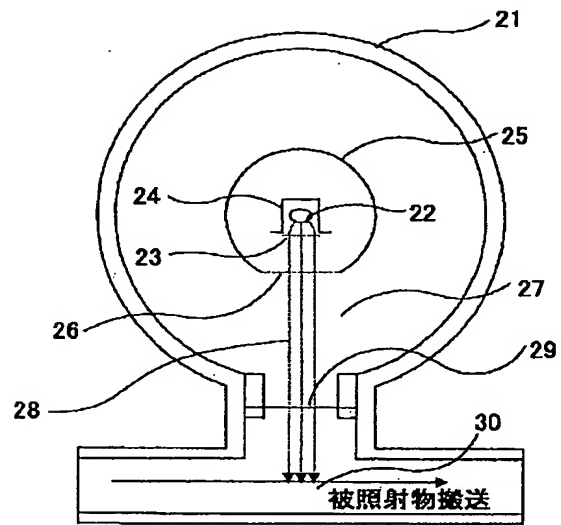
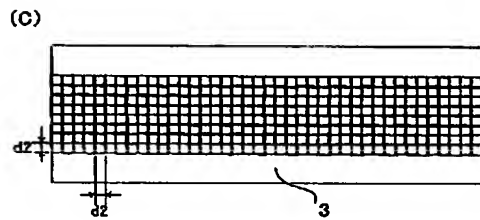
【図1】



(b)



【図2】



【図3】

